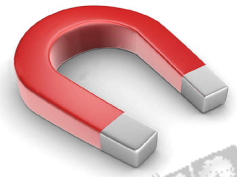
Aula 21

MAGNÉTICA

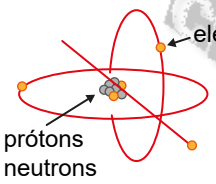
Introdução

Antes de estudar o eletromagnetismo, devemos compreender o magnetismo e as propriedades magnéticas dos materiais. O estudo do magnetismo se iniciou na antiga Grécia por meio de uma pedra chamada de magnetita, por ter sido observada na cidade de Magnésia. Hoje, sabemos que a mesma contém óxido de ferro (Fe_2O_3), que é naturalmente um ímã.



O magnetismo está associado ao movimento de spin dos elétrons no átomo. Os tipos de movimentos eletrônicos são importantes para explicar o magnetismo.

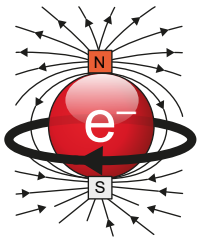
Em um desses movimentos, um elétron, girando em torno do núcleo de um átomo, confere uma propriedade magnética à estrutura atômica. Um segundo tipo de movimento eletrônico é o spin do elétron em torno do seu próprio eixo. A propriedade magnética da matéria parece originar-se basicamente do movimento de spin dos elétrons; cada elétron que gira sobre si mesmo comporta-se como sendo um pequenino ímã permanente. Os elétrons que giram em pares em direções opostas tendem a formar um campo magnético em sua volta e, assim, neutralizam o caráter magnético um do outro.



Quando um elétron "gira" desemparelhado, não tendo o elétron vizinho para anular o efeito do magnetismo provocado pelo seu movimento, surge a propriedade magnética. Se isso acontece em vários orbitais do material, podemos dizer que o material adquire propriedades magnéticas.

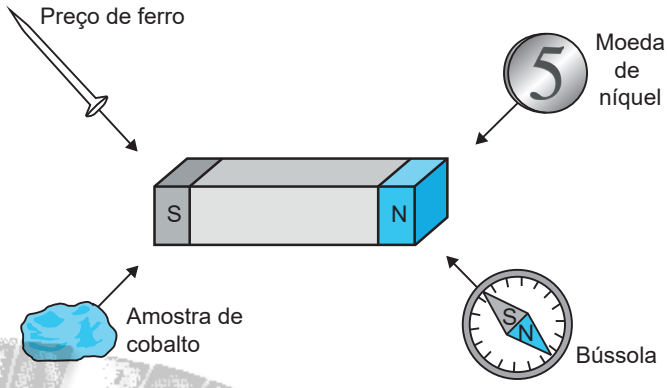
A interação entre o spin e o momento angular é que faz com que surja o magnetismo da matéria. O spin é uma propriedade

que não se compara com nada que existe em nossa volta. Ele está associado com a maneira como os elétrons ocupam os níveis de energia no átomo.



Imãs

O ímã, também conhecido como magneto, é uma substância que possui a capacidade de atrair substâncias magnéticas (ferro ou outros metais).

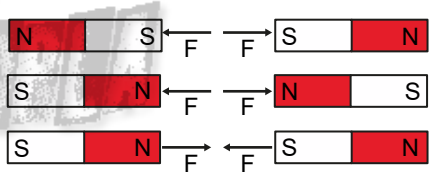


Existem dois tipos de ímãs:

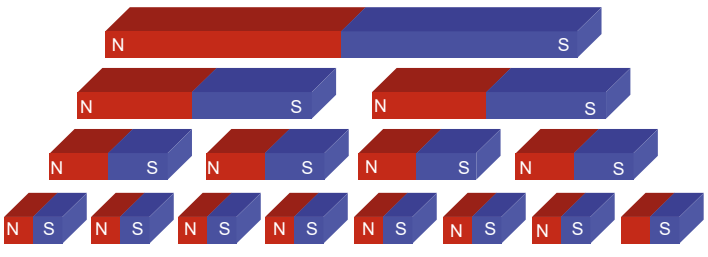
- **Ímãs Naturais** – são aqueles que encontramos na natureza e são compostos por minério de ferro (óxido de ferro). Esse tipo de ferro magnético é denominado magnetita.
- **Ímãs Artificiais** – são aqueles que adquirem propriedade magnética ao serem atritados com um ímã natural. A capacidade magnética desses ímãs pode superar a dos ímãs naturais. Os ímãs possuem dois polos (norte e sul). O polo sul de um ímã aponta para o polo sul do planeta Terra, enquanto o polo norte de um ímã aponta para o polo norte do planeta Terra.

Príncipios básicos

Atração e repulsão: Pólos diferentes se atraem enquanto que pólos iguais se repelem



Inseparabilidade dos pólos de um imã: É impossível conseguir um pedaço de imã que tenha só o norte magnético ou só o sul magnético.



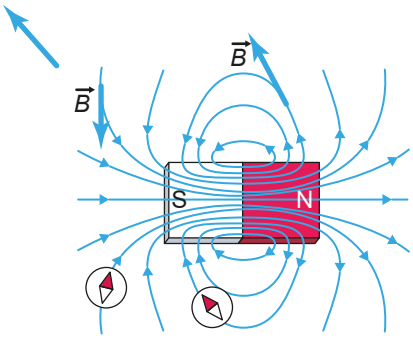
Campo magnético de um imã

a) **Linhas de indução (ou linhas de campo):** são utilizadas para representar os efeitos magnéticos em uma região do espaço (análise global).

b) **Vetor indução magnética (B):** é utilizado para representar o efeito magnético em um ponto específico do espaço (análise local).

O vetor (B) sempre será tangente a linha

Nunca se cruzam



Quanto maior a densidade de linhas, maior será o efeito magnético.

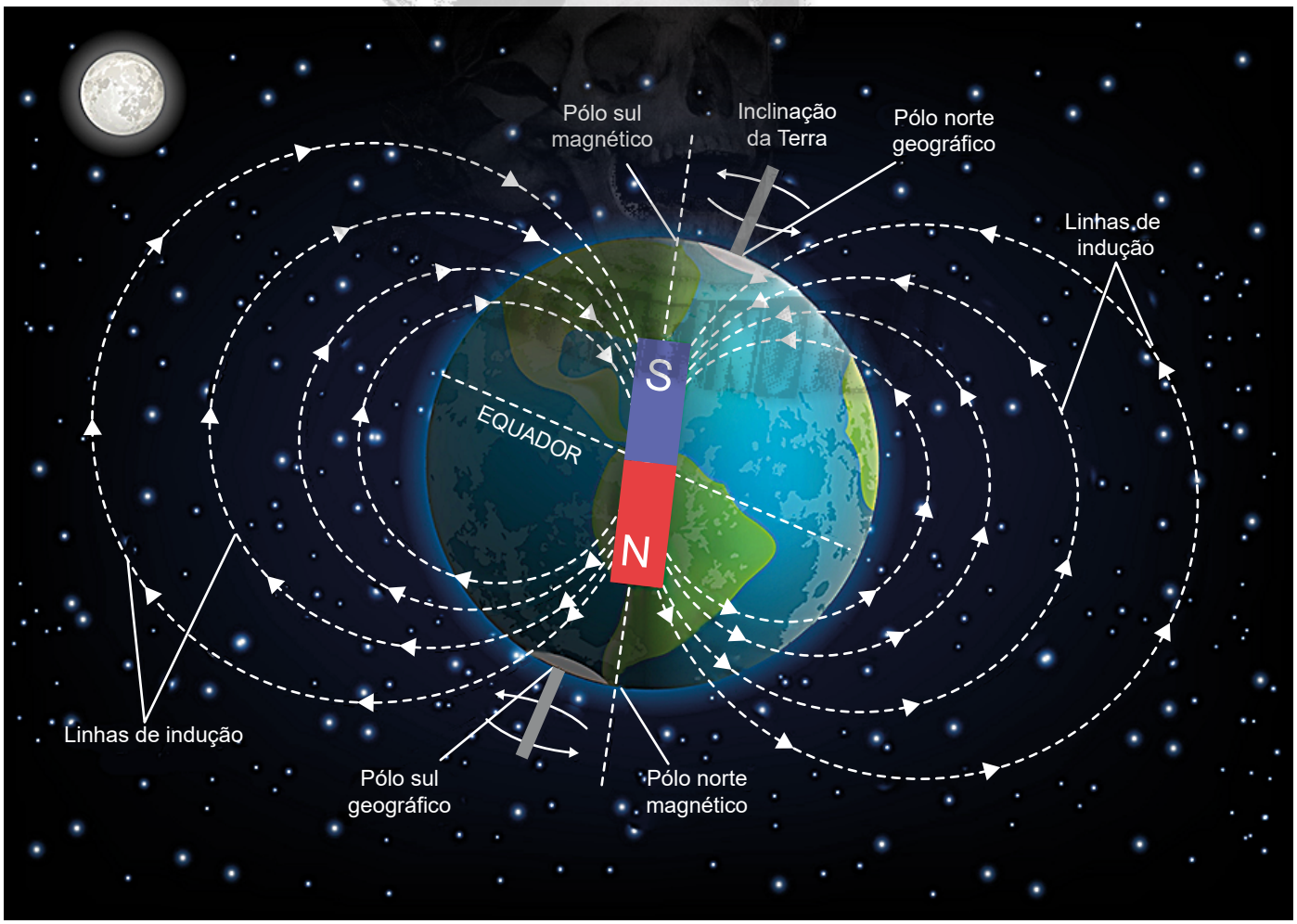
As linhas são fechadas. Externamente, saem do N para o S. Internamente, ocorre o contrario

A unidade de medida de ($\vec{B}$) no S.I. é Tesla (T).

Campo magnético terrestre

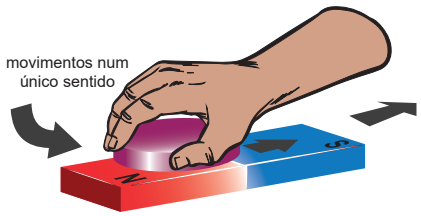
O magnetismo terrestre é decorrente das correntes elétricas que ocorrem no seu núcleo.

O campo magnético gerado é tal que as polaridades magnéticas são, aproximadamente, contrárias as polaridades geográficas. Assim, ao utilizarmos uma bússola, o norte que ela indica (geográfico) corresponde, aproximadamente, ao sul magnético.

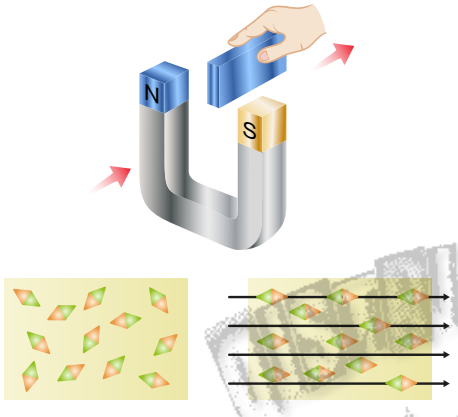


Processos de magnetização

Atrito – Atritando um pedaço de ferro com um ímã natural. Neste caso, a fricção deve ser feita sempre no mesmo sentido.



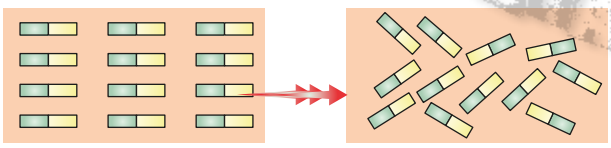
Indução – Faz-se o corpo passar pelo interior de um campo magnético muito intenso, gerado por um ímã.



Ação da corrente elétrica – Quando um corpo ferromagnético é enrolado em um fio no qual circula corrente elétrica, este se transformará em um ímã (eletroímã).

Efeito da temperatura

As propriedades magnéticas de um ímã diminuem consideravelmente quando ele é aquecido. Isso ocorre porque, microscopicamente, as moléculas de um ímã são também pequenos ímãs, que perdem suas propriedades ao serem desorientados durante o aquecimento. A temperatura mínima em que a magnetização é desfeita é chamada de temperatura Curie do material, tendo valores diferentes para cada substância.



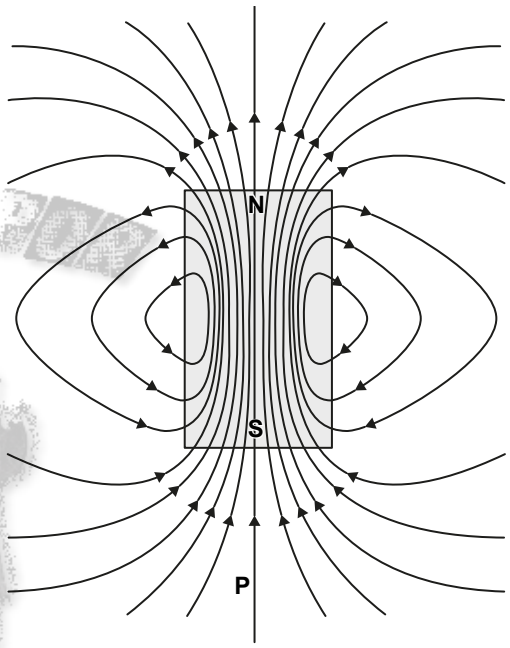
Antes do aquecimento — Depois do aquecimento

Material Ferromagnético	Temperatura Curie (ºC)
Ferro	770
Cobalto	1130
Níquel	358
Magnetita	580
Nicromo	300
Gadolínio	16
Disprósio	–168

Exercícios

01. Sobre uma mesa plana e horizontal, é colocado um ímã em forma de barra, representado na figura, visto de cima, juntamente com algumas linhas de seu campo magnético. Uma pequena bússola é deslocada, lentamente, sobre a mesa, a partir do ponto P, realizando uma volta circular completa em torno do ímã. Ao final desse movimento, a agulha da bússola terá completado, em torno de seu próprio eixo, um número de voltas igual a:

Obs.: Nessas condições, desconsidere o campo magnético da terra

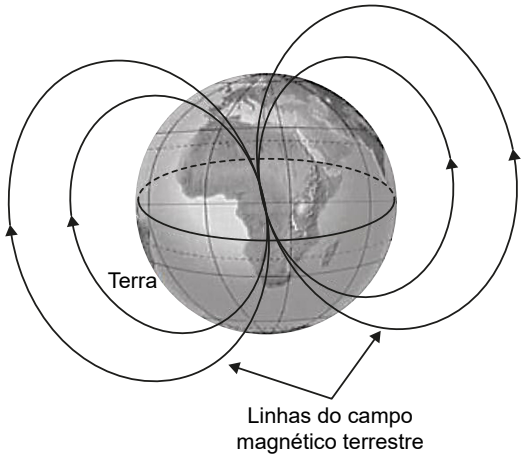


A) 1/4 de volta.
B) 1/2 de volta.
C) 1 volta completa.
D) 2 voltas completas.
E) 4 voltas completas.

02. Considere as afirmações a seguir a respeito de ímãs.
I. Convencionou-se que o pólo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta para o norte geográfico da Terra;
II. Pólos magnéticos de mesmo nome se repelem e pólos magnéticos de nomes contrários se atraem;
III. Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um pólo magnético.

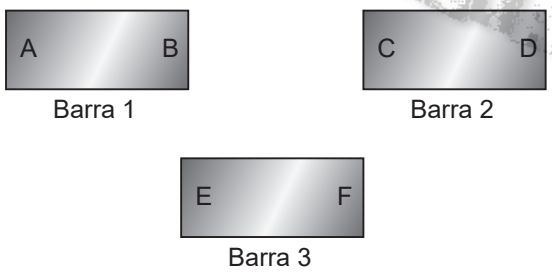
Está(ão) correta(s):
A) apenas I.
B) apenas II.
C) apenas III.
D) apenas I e II.
E) apenas II e III.

03. Os antigos navegantes usavam a bússola para orientação em alto mar, devido à sua propriedade de se alinhar de acordo com as linhas do campo geomagnético. Analisando a figura onde estão representadas estas linhas, podemos afirmar que:



a) o pólo sul do ponteiro da bússola aponta para o Pólo Norte geográfico, porque o norte geográfico corresponde ao sul magnético.
b) o pólo norte do ponteiro da bússola aponta para o Pólo Sul geográfico, porque o sul geográfico corresponde ao sul magnético.
c) o pólo sul do ponteiro da bússola aponta para o Pólo Sul geográfico, porque o sul geográfico corresponde ao sul magnético.
d) o pólo norte do ponteiro da bússola aponta para o Pólo Sul geográfico, porque o norte geográfico corresponde ao norte magnético.
e) o pólo sul do ponteiro da bússola aponta para o Pólo Sul geográfico, porque o norte geográfico corresponde ao sul magnético.

04. (UFSCar-SP) Um menino encontrou três pequenas barras homogêneas e, brincando com elas, percebeu que, dependendo da maneira como aproximava uma da outra, elas se atraíam ou se repeliam. Marcou cada extremo das barras com uma letra e manteve as letras sempre voltadas para cima, conforme indicado na figura.

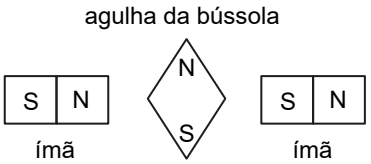


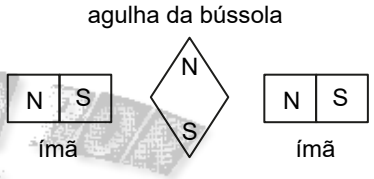
Passou, então, a fazer os seguintes testes:
I. aproximou o extremo B da barra 1 com o extremo C da barra 2 e percebeu que ocorreu atração entre elas;
II. aproximou o extremo B da barra 1 com o extremo E da barra 3 e percebeu que ocorreu repulsão entre elas;
III. aproximou o extremo D da barra 2 com o extremo E da barra 3 e percebeu que ocorreu atração entre elas.

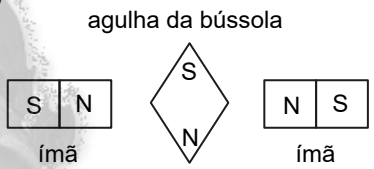
Verificou, ainda, que, nos casos em que ocorreu atração, as barras ficaram perfeitamente alinhadas. Considerando que, em cada extremo das barras representado por qualquer uma das letras, possa existir um único polo magnético, o menino concluiu, corretamente, que:

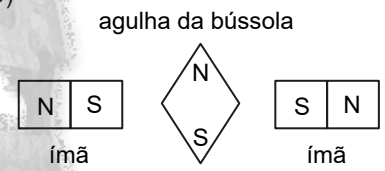
A) as barras 1 e 2 estavam magnetizadas e a barra 3 desmagnetizada.
B) as barras 1 e 3 estavam magnetizadas e a barra 2 desmagnetizada.
C) as barras 2 e 3 estavam magnetizadas e a barra 1 desmagnetizada.
D) as barras 1, 2 e 3 estavam magnetizadas.
E) necessitaria de mais um único teste para concluir sobre a magnetização das três barras.

05. (UERN) A agulha de uma bússola, ao ser colocada entre dois ímãs, sofre um giro no sentido anti-horário. A figura que ilustra corretamente a posição inicial da agulha em relação aos ímãs é

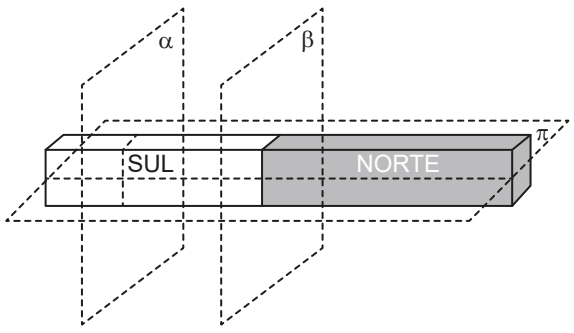
A)


B)


C)


D)


06. (Fatec) Uma criança brincando com um ímã, por descuido, deixa-o cair, e ele se rompe em duas partes. Ao tentar consertá-lo, unindo-as no local da ruptura, ela percebe que os dois pedaços não se encaixam devido à ação magnética. Pensando nisso, se o ímã tivesse o formato e as polaridades da figura a seguir, é válido afirmar que o ímã poderia ter se rompido



A) na direção do plano α.
B) na direção do plano β.
C) na direção do plano π.
D) na direção de qualquer plano.
E) apenas na direção do plano β.

07. (Mackenzie) Considere as seguintes afirmações.
I. A denominação de Polo Norte de um ímã é a região que se volta para o Norte geográfico da Terra e Polo Sul a região que volta para o Sul geográfico da Terra;
II. Ímãs naturais são formados por pedras que contém óxido de ferro (Fe3O4), denominadas magnetitas;
III. Ímãs artificiais são obtidos a partir de processos denominados imantação.

Com relação às afirmações, podemos dizer que
A) apenas I é correta.
B) apenas I e II são corretas.
C) apenas I e III são corretas.
D) apenas II e III são corretas.
E) todas são corretas.

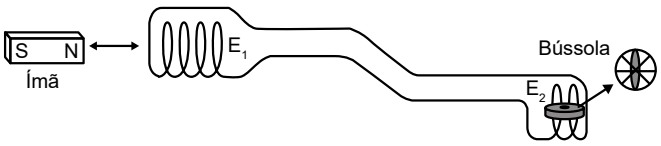
08. (Eear) Quanto à facilidade de imantação, podemos afirmar que:

"Substâncias _____ são aquelas cujos ímãs elementares se orientam em sentido contrário ao vetor indução magnética, sendo, portanto, repelidas pelo ímã que criou o campo magnético". O termo que preenche corretamente a lacuna é:
A) diamagnéticas
B) paramagnéticas
C) ultramagnéticas
D) ferromagnéticas

09. (Mackenzie) Considere as seguintes afirmações.
I. Quando se coloca um ímã em contato com limalha (fragmentos) de ferro, estes não aderem a ele em toda a sua extensão, mas predominantemente nas regiões próximas das extremidades;
II. Cortando-se um ímã em duas partes iguais, que por sua vez podem ser redivididas em outras tantas, observa-se que cada uma dessas partes constitui um novo ímã, que embora menor tem sempre dois polos;
III. Polos de mesmo nome se atraem e de nomes diferentes se repelem.

Com relação às afirmações, podemos dizer que
A) apenas I é correta.
B) apenas I e II são corretas.
C) apenas I e III são corretas.
D) apenas II e III são corretas.
E) todas são corretas.

10. Em uma experiência, um longo fio de cobre foi enrolado, formando dois conjuntos de espiras, E_1 e E_2 ligados entre si e mantidos muito distantes um do outro. Em um dos conjuntos, E_2, foi colocada uma bússola, com a agulha apontando para o Norte, na direção perpendicular ao eixo das espiras.



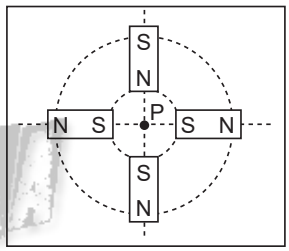
A experiência consistiu em investigar possíveis efeitos sobre essa bússola, causados por um ímã, que é movimentado ao longo do eixo do conjunto de espiras
Foram analisadas três situações:
I. Enquanto o ímã é empurrado para o centro do conjunto das espiras E_1.
II. Quando o ímã é mantido parado no centro do conjunto das espiras E_1.
III. Enquanto o ímã é puxado, do centro das espiras E_1, retornando à sua posição inicial.

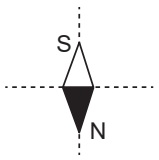
Um possível resultado a ser observado, quanto à posição da agulha da bússola, nas três situações dessa experiência, poderia ser representado por:

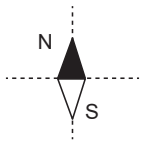
	(Situação Inicial) Imã muito afastado	(Situação I) Imã muito afastado	(Situação II) Imã muito afastado	(Situação III) Imã muito afastado
A)				
B)				
C)				
D)				
E)				

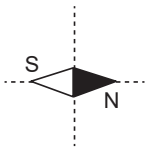
O eixo do conjunto de espiras E_2 tem direção leste-oeste.

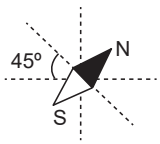
11. Quatro ímãs iguais em forma de barra, com as polaridades indicadas, estão apoiados sobre uma mesa horizontal, como na figura, vistos de cima. Uma pequena bússola é também colocada na mesa, no ponto central P, equidistante dos ímãs, indicando a direção e o sentido do campo magnético dos ímãs em P. Não levando em conta o efeito do campo magnético terrestre, a figura que melhor representa a orientação da agulha da bússola é

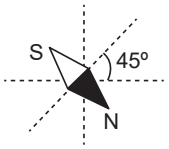


A)


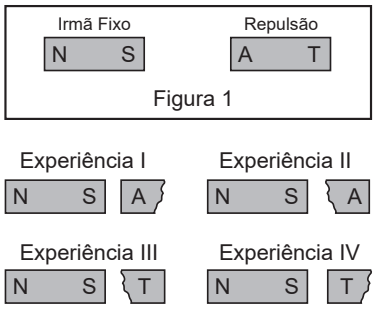
B)


C)


D)


E)


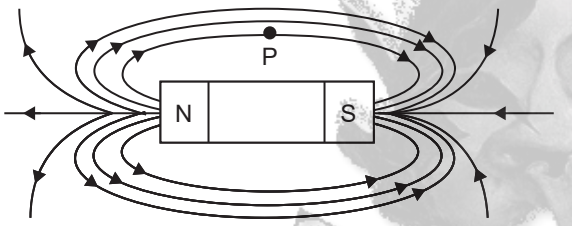
12. Um imã, em forma de barra, de polaridade N (norte) e S (sul), é fixado numa mesa horizontal. Um outro imã semelhante, de polaridade desconhecida, indicada por A e T, quando colocado na posição mostrada na figura 1, é repelido para a direita. Quebra-se esse imã ao meio e, utilizando as duas metades, fazem-se quatro experiências, representadas nas figuras I, II, III e IV, em que as metades são colocadas, uma de cada vez, nas proximidades do imã fixo.



Indicando por "nada" a ausência de atração ou repulsão da parte testada, os resultados das quatro experiências são, respectivamente,

A) I - repulsão; II - atração; III - repulsão; IV - atração.
B) I - repulsão; II - repulsão; III - repulsão; IV - repulsão.
C) I - repulsão; II - repulsão; III - atração; IV - atração.
D) I - repulsão; II - nada; III - nada; IV - atração.
E) I - atração; II - nada; III - nada; IV - repulsão.

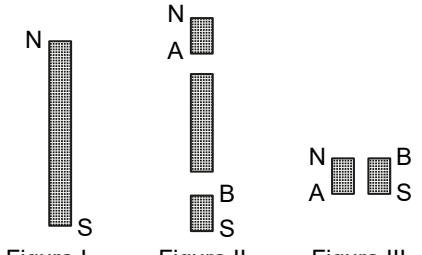
13. Ao abandonarmos do repouso um elétron no ponto P do campo de indução magnética da figura a seguir, ele:



A) mover-se-á ao longo da linha de indução.
B) mover-se-á no sentido contrário da linha de indução.
C) não se moverá.
D) mover-se-á para cima, na direção da perpendicular ao ponto P.
E) mover-se-á para a direita, na direção da tangente ao ponto P.

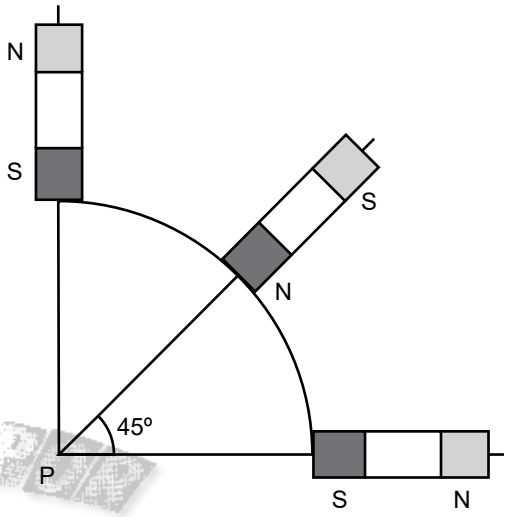
14. A figura I adiante representa um imã permanente em forma de barra, onde N e S indicam, respectivamente, polos norte e sul. Suponha que a barra seja dividida em três pedaços, como mostra a figura II.

Colocando lado a lado os dois pedaços extremos, como indicado na figura III, é correto afirmar que eles



A) se atrairão, pois A é polo norte e B é polo sul.
B) se atrairão, pois A é polo sul e B é polo norte.
C) não serão atraídos nem repelidos.
D) se repelirão, pois A é polo norte e B é polo sul.
E) se repelirão, pois A é polo sul e B é polo norte.

15. Três ímãs idênticos, em forma de barra, estão dispostos com uma de suas extremidades equidistantes de um ponto como mostra a figura.



O campo de indução magnética resultante da ação dos três ímãs no ponto é representado pelo vetor

A)

B)

C)

D)

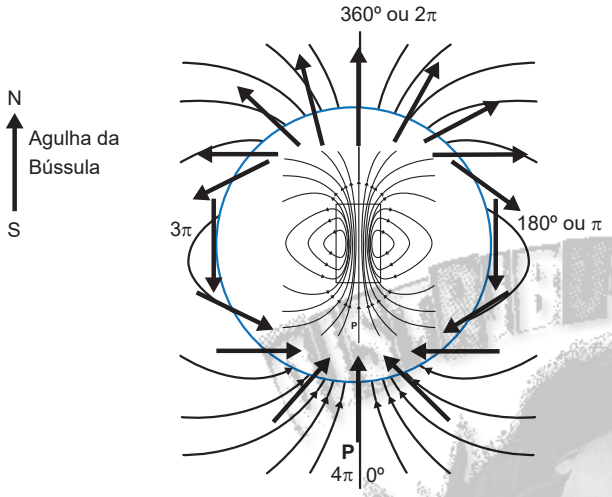
E) NULO

Gabarito

01	02	03	04	05
D	D	E	B	C
06	**07**	**08**	**09**	**10**
C	E	A	B	A
11	**12**	**13**	**14**	**15**
A	A	C	E	D

Resoluções

01. O polo norte da agulha da bússola tenderá apontar, à medida que ela se desloca ao longo de uma circunferência, para o polo sul do ímã:
O polo sul da agulha da bússola tenderá apontar, à medida que ela se desloca ao longo de uma circunferência, para o polo norte do ímã:
O polo norte da agulha da bússola será repelido, à medida que ela se desloca ao longo de uma circunferência, pelo polo norte do ímã:
O polo sul da agulha da bússola será repelido, à medida que ela se desloca ao longo de uma circunferência, pelo polo sul do ímã:



Duas voltas completas

Resposta: D

02.
I. **Verdadeiro** – O polo norte do ímã, por exemplo da agulha de uma bússola, é o que aponta, girando-se para o polo sul magnético da Terra, que é o polo norte geográfico.
II. **Verdadeiro** – Norte magnético repele Norte magnético.
Sul magnético repele Sul magnético.
III. **Falso** – Formam-se dois outros dipolos magnéticos.

Resposta: D

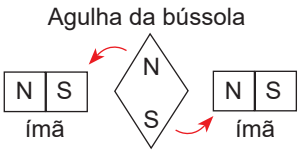
03.
A) **Falso** – Na verdade, o polo sul do ponteiro da bússola aponta para o Polo Sul geográfico, porque o Norte geográfico corresponde ao Sul magnético.
B) **Falso** – Na verdade, o polo norte do ponteiro da bússola aponta para o Polo Norte geográfico, porque o Sul geográfico corresponde ao Norte magnético.
C) **Falso** – Na verdade, o polo sul do ponteiro da bússola aponta para o Polo Sul geográfico, porque o Sul geográfico corresponde ao Norte magnético.
D) **Falso** – Na verdade, o polo norte do ponteiro da bússola aponta para o Polo Norte geográfico, porque o Norte geográfico corresponde ao Sul magnético.
E) **Verdadeiro**

Resposta: E

04. Uma vez que ao se aproximar a barra 1 com a barra 3, pelos polos B e E, ocorre repulsão, necessariamente (B = Norte, E = Norte) ou (B = Sul, E = Sul). Se B = Norte, E = Norte → C = Sul, devido à atração conforme I. E D = Sul, devido à atração conforme III. Porém, sendo CD supostos polos magnéticos da barra 2, não poderão ter o mesmo polo, logo se trata de uma barra desmagnetizada que se magnetiza devido à aproximação das barras AB e EF, que são magnetizadas. Portanto, C é atraído por B se magnetizando, tornando-se um polo contrário ao de B, bem como D é atraído por E se magnetizando, tornando-se um polo contrário ao de E. Ademais, esse mesmo resultado é obtido, analogamente, se B = Sul, E = Sul.

Resposta: B

05.



Resposta: B

06. Sabe-se que ao se cortar, transversalmente, o ímã, geram-se dois novos dipolos magnéticos. Então os cortes, por meio dos planos α e β geram dipolos magnéticos que iriam se atrair [S| N] → [S′|N′] [S″|N″]

Já o corte longitudinal por meio do plano π gera a seguinte configuração [S|N] → [S′|N′]
[S″|N″]

Essa configuração gera repulsão entre S″ com S′ e N′ com N″.

Resposta: C

07.
I. **Verdadeiro**.
II. **Verdadeiro**.
III. **Verdadeiro**.

Resposta: E

08. "Substâncias *diamagnéticas* são aquelas, cujos ímãs elementares se orientam em sentido contrário ao vetor indução magnético, sendo, portanto, repelidas pelo ímã que criou o campo magnético".

Paramagnéticos: São materiais que possuem elétrons desemparelhados e que, na presença de um campo magnético, alinham-se, fazendo surgir um ímã que tem a capacidade de provocar um leve aumento na intensidade do valor do campo magnético em um ponto qualquer. Esses materiais são fracamente atraídos pelos ímãs. São materiais paramagnéticos: alumínio, magnésio, sulfato de cobre etc.

Ferromagnéticos: As substâncias que compõem esse grupo apresentam características bem diferentes dos materiais paramagnéticos e diamagnéticos. Esses materiais se imantam fortemente se colocados na presença de um campo magnético. É possível verificar, experimentalmente, que a presença de um material ferromagnético altera fortemente o valor da intensidade do campo magnético. São substâncias ferromagnéticas somente o ferro, o cobalto, o níquel e as ligas que são formadas por essas substâncias.

Resposta: A

09.

I. **Verdadeiro**, pois são nos polos onde há maior intensidade de campo, uma vez que é onde entram e saem as linhas de força do campo magnético produzido pelo ímã.

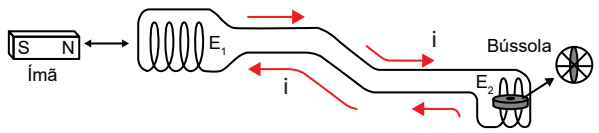
II. **Verdadeiro**, devido à inseparabilidade dos polos de um imã, até então não se sabe da existência de um pedaço de imã que tenha só o norte magnético ou só o sul magnético.

III. **Falso**, Polos de nomes diferentes é que se atraem.

Resposta: B

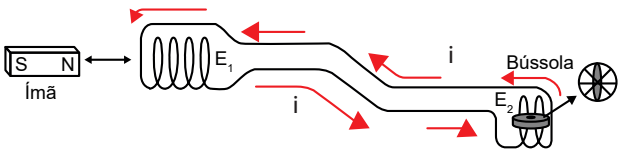
10. A variação de fluxo magnético devido à aproximação do ímã em relação ao conjunto de espiras faz surgir uma corrente induzida de modo a produzir um campo magnético de sentido contrário ao do ímã a fim de atenuar a variação desse fluxo magnético. Assim:

I. Enquanto o ímã é empurrado para o centro do conjunto das espiras E_1:
Nessa situação, uma corrente induzida no circuito irá percorrer esse sentido indicado de modo que será produzido, na espira E_1 e E_2, enquanto a corrente faz um *looping* nas espiras, um campo magnético de sentido para esquerda (leste → oeste), ao longo do eixo de simetria das espiras, para atenuar o fluxo magnético que se acentuou pela aproximação do ímã. Logo, a agulha da bússola, conforme sua disposição no desenho, é defletida no sentido anti-horário.



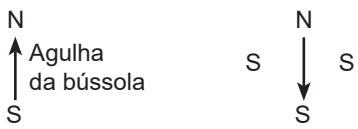
II. Quando o ímã é mantido parado no centro do conjunto das espiras E_1: Nada acontece, pois não está havendo variação de fluxo magnético sobre as espiras.

III. Enquanto o ímã é puxado, do centro das espiras E_1, retornando à sua posição inicial: Devido ao afastamento do ímã, diminui-se o fluxo magnético sobre as espiras, assim surge uma corrente induzida no circuito, de modo a reverter essa variação de diminuição de fluxo por meio do campo magnético induzido de mesmo sentido do campo magnético do ímã, o que desencadeará um campo magnético para direita, sentido oeste → leste, a fim de aumentar o fluxo. Logo, a agulha da bússola, conforme sua disposição no desenho, é defletida no sentido horário.



Resposta: A

11.



Resposta: A

12.

Devido à repulsão com o ímã fixo temos que: A = S T = N.
Devido à inseparabilidade dos polos, ao se partir o ímã AT, temos:

- Extremidade intacta de A = Sul, extremidade danificada de A = Norte.
- Extremidade intacta de T = Norte, extremidade danificada de T = Sul.

Experiência 1: Repulsão, Experiência 2: Atração,
Experiência 3: Repulsão, Experiência 4: Atração.

Resposta: A

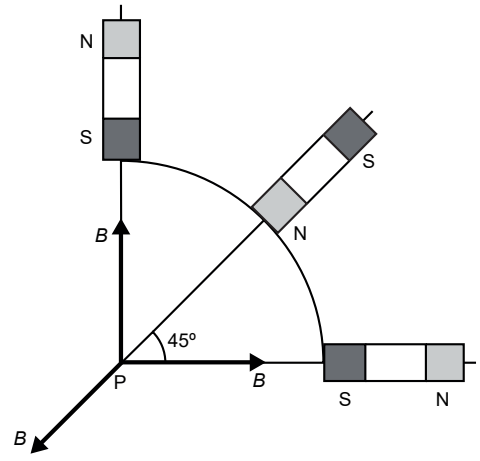
13. Para que o elétron se movimente sob a força magnética, o elétron já deve ter uma velocidade inicial ou uma aceleração que lhe dê velocidade no movimento subsequente a fim de que a força magnética possa acelerá-lo, alterando sua trajetória.
$|F| = evB\text{sen}(\theta)$(Força magnética)

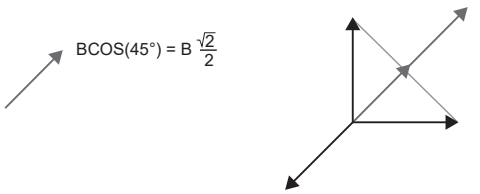
Resposta: C

14. Devido à inseparabilidade dos polos magnéticos, temos que: A = Sul e B = Norte.

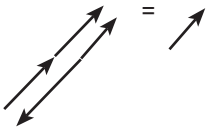
Resposta: E

15. Conforme a configuração dos ímãs idênticos, na figura, seus campos magnéticos, no ponto P, são de mesma intensidade. Fazendo a soma vetorial, temos:





Portanto, o campo magnético resultante, nessa direção tem intensidade $2\left(B\frac{\sqrt{2}}{2}\right)-B=B\left(\sqrt{2}-1\right)$ e o vetor resultante tem a seguinte configuração:



Resposta: D

DIGITADOR: Georgenes – REVISOR(A): Karlla
056.715 - 165805/22